



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 101 15 980 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**B 60 G 15/12**  
F 16 F 9/02

②1 Aktenzeichen: 101 15 980.3  
②2 Anmeldetag: 30. 3. 2001  
④3 Offenlegungstag: 24. 10. 2002

DE 101 15 980 A 1

⑦1 Anmelder:  
PNP Luftfedersysteme GmbH, 19089 Crivitz, DE  
⑦4 Vertreter:  
Jaap, R., Pat.-Anw., 19370 Parchim

⑦2 Erfinder:  
Braun, Patrick, 55130 Mainz, DE; Kobs, Peter,  
Dipl.-Ing., 19370 Parchim, DE; Berg, Jürgen,  
Dipl.-Ing., 22885 Barsbüttel, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 36 41 623 A1  
DE 84 13 300 U1

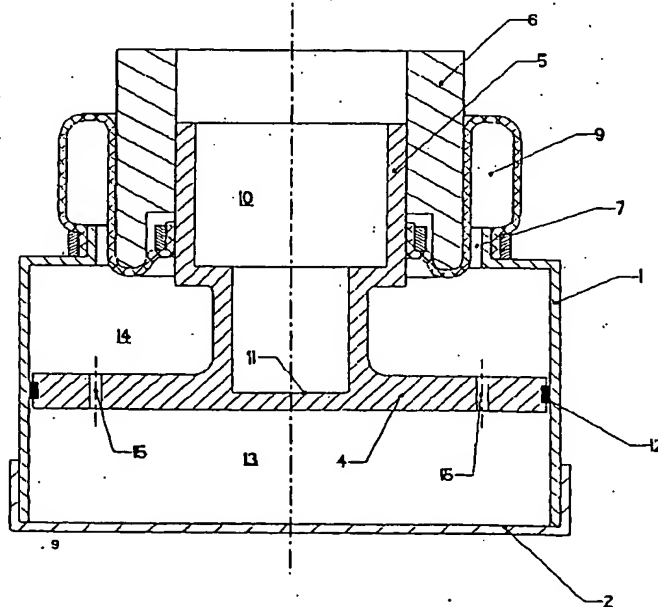
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Gasfeder-Dämpfer-Einheit für ein Kraftfahrzeug

⑤7 Gasfeder-Dämpfer-Einheiten besitzen Überströmdrosseln, die entweder konstante Durchflussbohrungen oder federbelastete Rückschlagventile sind. Diese Lösungen ermöglichen kein von der Bewegungsrichtung abhängiges Dämpfungsverhalten oder sind zu kompliziert und teuer.

Es wird daher vorgeschlagen, dass die Überströmdrosseln (15) jeweils einen, bezogen auf die Durchströmungsrichtung, unterschiedlichen Strömungswiderstand besitzen und dazu der Strömungswiderstand jeder Überströmdrossel (15) in mindestens einer Durchströmungsrichtung so bemessen ist, dass die kritische Reynoldssche Zahl für den Übergang aus der laminaren in die turbulente Strömungsart innerhalb der aus den möglichen Kolbengeschwindigkeiten vorherbestimmten Druckdifferenz über die Überströmdrossel (15) liegt.



DE 101 15 980 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasfeder-Dämpfer-Einheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Gasfeder-Dämpfer-Einheiten dieser Art werden vorwiegend in der Kraftfahrzeugtechnik, beispielsweise für die Radaufhängung oder auch für einen federnden Fahrersitz, eingesetzt.

[0003] Gasfeder-Dämpfer-Einheiten sind grundsätzlich in einer Dreiraumausführung mit einem die Last tragenden Federraum und zwei gegenüberliegenden Dämpferräumen sowie in einer Zweiraumausführung mit einem kombinierten Federdämpferraum einerseits und einem Dämpferraum andererseits bekannt.

[0004] Eine Gasfeder-Dämpfer-Einheit in der Zweiraumausführung ist beispielsweise aus der DE 36 41 623 A1 bekannt. Diese Zweiraum-Gasfeder-Dämpfereinheit ist für eine Radaufhängung vorgesehen und besteht aus einem zylindrischen Gehäuse mit einem Deckel und einem im Gehäuse eingepassten, doppelwirkenden Kolben. Der Kolben besitzt eine einseitige Kolbenstange, die den Deckel des Gehäuses durchdringt. Das Gehäuse einerseits und die Kolbenstange andererseits sind fest mit einem Karosserieteile bzw. mit der Radaufhängung verbunden, wobei das freiliegende Teil der Kolbenstange durch einen Balg abgedeckt ist. Dazu ist der Balg einerseits am Deckel des Gehäuses und andererseits am Kopf der Kolbenstange befestigt.

[0005] Der Kolben teilt den Zylinderraum des Gehäuses in einen beim Einfedern sich verkleinernden und einen sich vergrößernden Druckraum auf, von denen einer nach außen über einen Gehäuseanschluss mit einer Druckluftquelle und die untereinander durch eine oder mehrere, im Kolben angeordnete Überströmdrosseln verbunden sind.

[0006] Diese Überströmdrosseln sind aus einer Mehrzahl von einfachen axialen Drosselbohrungen gebildet, die auf einem gemeinsamen Teilkreis angeordnet sind und die in beide Bewegungsrichtungen die gleiche Drosselwirkung gegenüber dem ausgleichenden Luftstrom besitzen. Dadurch wird die Kolbenbewegung in beiden Richtungen in gleicher Stärke gedämpft. Das ist nachteilig, da wegen der geforderten Bodenhaftung der Räder für das Einfedern eine gegenüber dem Ausfedern geringere Dämpfbewegung erwünscht ist. Ein weiterer Nachteil hat seine Ursache darin, dass die Drosselbohrungen Konstantdrosseln darstellen und damit in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Zylinderkolbens arbeiten. Das bedeutet, dass der Zuwachs an Drosselwirkung mit zunehmender Kolbengeschwindigkeit abnimmt.

[0007] Diese Forderungen werden von einer Überströmdrossel erfüllt, die in der DE 84 13 300 U1 gezeigt ist. Diese Überströmdrossel besteht aus einer mittigen Drosselbohrung mit einem Ringraum, der durch eine flexible Ringscheibe abgedeckt ist. Diese Ringscheibe hat einerseits einen äußeren Anschlag und andererseits einen inneren Anschlag, sodass sich die Ringscheibe in einer Durchflussrichtung am äußeren Rand und in der anderen Durchflussrichtung am inneren Rand vom jeweiligen Anschlag abhebt. Durch den unterschiedlichen Abstand der beiden Anschläge gegenüber der Mitte der Ringscheibe ergeben sich unterschiedliche Hebelarme, die für beide Durchflussrichtungen eine unterschiedliche Öffnungscharakteristik für die Ringscheibe bewirken. Bei einer richtigen Auswahl der Federkraft der Ringscheibe bleibt die Drosselwirkung und damit die Dämpfungskraft über den gesamten Geschwindigkeitsbereich des Zylinderkolbens gleich.

[0008] Diese Überströmdrosseln erfordern aber einen großen technischen Herstellungsaufwand, da zunächst einmal sehr komplizierte Kanalführungen erforderlich sind. Außerdem muss die Ringscheibe in höchst schwieriger Weise so

gehalten und geführt sein, dass der äußere und der innere Randbereich der Ringscheibe wechselweise eine Dichtfunktion oder Haltefunktion erfüllt. Das verteuert wiederum die Herstellung. Dazu kommt, dass mit der Ringscheibe ein zusätzliches Teil notwendig ist, dass sich auch negativ auf die Herstellungskosten auswirkt. In funktioneller Hinsicht ist zu bemängeln, dass die Ringscheibe ein sich bewegendes Teil ist, das dem Verschleiß unterliegt und daher nur eine begrenzte Lebensdauer besitzt.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine gattungsgemäße Gasfeder-Dämpfer-Einheit zu entwickeln, die eine etwa gleichbleibende Dämpfungskraft über den gesamten Geschwindigkeitsbereich des Zylinderkolbens besitzt, in beiden Bewegungsrichtungen des Zylinderkolbens ein unterschiedliches Dämpfungsverhalten aufweist und die einfach und kostengünstig herzustellen ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1, gelöst. Weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 4. Die neue Gasfeder-Dämpfer-Einheit beseitigt die genannten Nachteile des Standes der Technik.

[0011] Dabei liegt der besondere Vorteil darin, dass die Vorzüge einer Drosselöffnung mit einem Verschlusselement und die einer offenen Drosselöffnung verbunden werden.

[0012] So handelt es sich bei den neuen Überströmdrosseln um offene Drosselöffnungen, die keinem Verschleiß unterliegen und damit nicht störanfällig sind und eine unbegrenzte Lebensdauer aufweisen. Der Aufwand zur Herstellung der neuen Überströmdrosseln ist gering.

[0013] In funktioneller Hinsicht wird erreicht, dass das Gas bei geringen Belastungen des Zylinderkolbens mit einer laminaren Strömungsart durch die Überströmdrosseln dringen. Die dabei erzielten Dämpfungskräfte sind wegen der geringen Druckdifferenz über den Überströmdrosseln und wegen der geringen, durch die laminare Strömung begründeten Druckverluste ebenfalls relativ gering. Das ist von Vorteil. Mit höheren Belastungen des Zylinderkolbens steigt die Druckdifferenz über den Überströmdrosseln und damit auch die Strömungswiderstände. So schwenkt durch die besondere Gestaltung und Dimensionierung der Überströmdrosseln bei einer vorberechneten Belastung des Zylinderkolbens die laminare Strömung in eine turbulente Strömung um, wodurch sich der Strömungswiderstand zusätzlich erhöht. Dieser zusätzliche Strömungswiderstand steigert wiederum die gewollte Dämpfungskräfte im oberen Geschwindigkeitsbereich des Zylinderkolbens. Das ist auch gewollt und von Vorteil.

[0014] Für die besondere Gestaltung der Überströmdrosseln kann auf alle bekannte und mögliche Möglichkeiten zurückgegriffen werden, die Einfluss auf den gesamten Strömungswiderstand haben. Dazu zählen beispielsweise die Länge, der Querschnitt, die Querschnittsform, die Längsform und das Material und die Oberflächenbeschaffenheit der Wandung der Überströmdrosseln.

[0015] In besonderer Weise kann der funktionelle Wirkungsschwerpunkt aller Strömungswiderstände von mindestens zwei der Überströmdrosseln außerhalb der radialen Mittellinie des Zylinderkolbens verlegt werden, dann stellen sich für beide Strömungsrichtungen unterschiedliche Strömungswiderstände und damit Dämpfungskräfte ein. Das ist auch gewollt und immer dann von Vorteil, wenn für beide Bewegungsrichtungen des Zylinderkolbens unterschiedliche Geschwindigkeiten verlangt werden.

[0016] Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Dazu zeigen:

[0017] Fig. 1 eine Gasfeder-Dämpfer-Einheit in der Zweiraumausführung im Schnitt,

[0018] Fig. 2 den Kolben der Gasfeder-Dämpfer-Einheit

in einer Draufsicht,

[0019] Fig. 3 eine erste Ausführungsform einer Überströmdrossel,

[0020] Fig. 4 eine zweite Ausführungsform einer Überströmdrossel und

[0021] Fig. 5 eine dritte Ausführungsform einer Überströmdrossel.

[0022] Wie die Fig. 1 zeigt, besitzt die Zweiraum-Gasfeder-Dämpfer-Einheit ein Zylindergehäuse 1 mit einem Gehäusefuß 2 einerseits und einer Gehäuseabdeckung 3 andererseits. Der Gehäusefuß 2 ist über nicht dargestellte Elemente mit dem Fahrzeugaufbau oder mit der Radaufhängung verbunden ist. Im Zylindergehäuse 1 befindet sich ein axial verschiebbar geführter Zylinderkolben 4 mit einer Kolbenstange 5 und einem Abrollkolben 6. Die Kolbenstange 5 und der Abrollkolben 6 sind fest miteinander verbunden und durchdringen gemeinsam die Gehäuseabdeckung 3 des Zylindergehäuses 1. Die Kolbenstange 5 und der Abrollkolben 6 sind in ihrer radialen Ausdehnung so ausgelegt, dass ein drosselfreier Ringkanal 7 zwischen dem Abrollkolben 6 und der Gehäuseabdeckung 3 verbleibt. Dieser Ringkanal 7 ist nach außen durch einen Luftfederbalg 8 druckdicht verschlossen, der aus einem strapazierbaren und flexiblen Material besteht und der einerseits an der Gehäuseabdeckung 3 und andererseits an der Kolbenstange 5 befestigt ist. Diese Luftfederbalg 8 besitzt eine solche räumliche Ausdehnung, dass er außerhalb des Zylindergehäuses 1 einen Baigraum 9 ausformt und mit diesem Baigraum 9 das Zylindergehäuse 1 nach außen abdichtet. Die Kolbenstange 5 ist aus Gründen der Verkürzung der Einbauhöhe mit einem Hohlraum 10 ausgestattet, der in seinem Grund eine Kraftangriffsfläche 11 für den Anschluss an den Fahrzeugaufbau oder die Radaufhängung besitzt.

[0023] Der Zylinderkolben 4 besitzt an seinem Umfang ein Dichtelement 12, womit der Innenraum des Zylindergehäuses 1 in einen beim Einfedern kleiner werdenden Federdämpferraum 13 und in einen beim Einfedern größer werdenden Dämpferraum 14 aufgeteilt wird.

[0024] Dieser Dämpferraum 14 ist über den bereits erwähnten Ringkanal 7 mit dem Baigraum 9 verbunden. Im Zylinderkolben 4 befinden sich mehrere Überströmdrosseln 15, die den Federdämpferraum 13 und den Dämpferraum 14 in besonderer Weise miteinander verbinden. Eine externe Gasduelle sorgt in Verbindung mit einem nicht gesondert dargestellten Gasanschluss dafür, dass in den Innenräumen der Gasfeder-Dämpfer-Einheit ein vorbestimmter Gasdruck aufgebaut und gehalten wird.

[0025] Die Fig. 2 zeigt eine ausgewählte Anordnung dieser Überströmdrosseln 15, bei der sich alle Überströmdrosseln 15 auf einem gemeinsamen Teilkreis des Zylinderkolbens 4 befinden und dabei zueinander gleichmäßig beabstandet sind.

[0026] Diese Überströmdrosseln 15 haben die Aufgabe, bei entsprechenden Bewegungen in beiden Richtungen des Zylinderkolbens 4 einen Volumenausgleich zwischen dem Federdämpferraum 13 und dem Dämpferraum 14 zu ermöglichen und dabei durch eine Drosselung des durchtretenden Gasstromes eine gedämpfte Bewegung des Zylinderkolbens 4 zu erreichen. Dementsprechend sind ein oder mehrere der Überströmdrosseln 15 in ihrem Querschnitt, der Länge und der Form in besonderer Weise auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt. Die Überströmdrosseln 15 haben weiterhin die Aufgabe, in beiden Durchströmungsrichtungen unterschiedliche Drosselwirkungen und damit unterschiedliche Dämpfungskräfte zu entwickeln.

[0027] Dazu zeigen die Fig. 3 bis 5 eine Auswahl entsprechender Ausführungsformen.

[0028] So sind gemäß der Fig. 3 ein oder mehrere der

Überströmdrosseln 15 jeweils gleichermaßen als eine zylindrische Bohrung mit einer zylindrischen Querschnittsverengung 16 und mit einer zylindrischen Querschnittserweiterung 17 ausgebildet. Zwischen der Querschnittsverengung 16 und der Querschnittserweiterung 17 befindet sich ein konischer Querschnitt 18, der die Querschnittsverengung 16 und die Querschnittserweiterung 17 im Durchmesser allmählich und kontinuierlich angleicht. Vorzugsweise sind mindestens diese Überströmdrosseln 15 so ausgerichtet, dass sich alle Querschnittsverengungen 16 außerhalb der radialen Mittelachse und auf der gleichen Seite des Zylinderkolbens 4 befinden.

[0029] Gemäß der Fig. 4 bestehen ein oder mehrere der Überströmdrossel 15 nach der Art einer Laval-Düse aus einer Bohrung mit einem ersten konischen Querschnitt 19 und einem zweiten konischen Querschnitt 20, wobei beide konischen Querschnitte 19 und 20 entgegengerichtet sind. Beide Querschnitte 19, 20 sind durch eine gerundete Querschnittsverengung 21 miteinander verbunden. Diese gerundete Querschnittsverengung 21 befindet sich in einem Bereich außerhalb der radialen Mittelachse des Zylinderkolbens 1, also außerhalb der halben Drossellänge der Überströmdrossel 15. Vorzugsweise befinden sich die gerundeten Querschnittsverengungen 21 dieser Überströmdrosseln 15 auf der gleichen Seite des Zylinderkolbens 4.

[0030] Nach der Fig. 5 ist die Überströmdrossel 15 eine sich über die gesamte Breite des Zylinderkolbens 4 erstreckende konische Bohrung 22. Vorzugsweise sind die konischen Bohrungen 22 aller Überströmdrosseln 15 in gleicher Richtung angeordnet.

[0031] Allen in den Fig. 3 bis 5 gezeigten und den davon ableitbaren Ausführungsformen von Überströmdrosseln ist gemeinsam, dass alle den Strömungswiderstand beeinflussenden Größen, wie die Länge, der Querschnitt, die geometrische Querschnittsform oder die Oberflächenbeschaffenheit jeder Überströmdrosseln 15 so ausgelegt ist, dass die den Umschlag der laminaren in die turbulente Strömungsart des Gases charakterisierende kritische Reynoldssche Zahl innerhalb der Druckdifferenzen über die Überströmdrossel 15 liegt, die durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Zylinderkolbens 4 auftreten können. Dabei sind eine bestimmte Anzahl oder alle Überströmdrosseln 15 mit Querschnittsverengungen 16, 21 ausgelegt, die stets außer der radialen Mittelachse und auf der gleichen Seite des Zylinderkolbens 4 angeordnet sind. Die Wahl der Anzahl der mit einer Querschnittsverengung 16, 21 ausgerüsteten Überströmdrosseln richtet sich im Falle einer gewünschten und gleichmäßigen Kräfteverteilung auch nach der gleichmäßigen Verteilung auf dem gemeinsamen Teilkreis.

#### Liste der Bezugszeichen

- 1 Zylindergehäuse
- 2 Gehäusefuß
- 3 Gehäuseabdeckung
- 4 Zylinderkolben
- 5 Kolbenstange
- 6 Abrollkolben
- 7 Ringkanal
- 8 Luftfederbalg
- 9 Baigraum
- 10 Hohlraum
- 11 Kraftangriffsfläche
- 12 Dichtelement
- 13 Federdämpferraum
- 14 Dämpferraum
- 15 Überströmdrossel
- 16 Querschnittsverengung

- 17 Querschnittserweiterung
- 18 Konischer Querschnitt
- 19 Erster konischer Querschnitt
- 20 Zweiter konischer Querschnitt
- 21 gerundete Querschnittsverengung
- 22 Konische Bohrung

5

#### Patentansprüche

1. Gasfeder-Dämpfer-Einheit für ein Kraftfahrzeug, 10  
bestehend aus einem Zylindergehäuse (1) und einem  
im Zylindergehäuse (1) verschiebbaren Zylinderkolben  
(4) mit einer Kolbenstange (5), wobei der Zylinderkol-  
ben (4) durch ein Dichtelement (12) gegenüber dem  
Zylindergehäuse (4) abgedichtet ist und die Kolben- 15  
stange (5) mit dem Zylindergehäuse (1) durch einen  
Rollbalg (8) verbunden ist, wodurch ein beim Einfedern  
kleiner werdender Federdämpferraum (13) und  
ein beim Einfedern größer werdender Dämpferraum  
(14) gebildet werden, die beide über eine in beiden 20  
Richtungen wirkende Drossel im Zylinderkolben (1)  
Verbindung haben und diese Drossel aus ein oder meh-  
reren (-) Überströmdrosseln (15) bestehen, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass

die Überströmdrosseln (15) jeweils einen bezogen auf 25  
die Durchströmungsrichtung unterschiedlichen Strö-  
mungswiderstand besitzen und  
der Strömungswiderstand jeder Überströmdrosseln  
(15) in mindestens einer Durchströmungsrichtung so  
bemessen ist, dass die kritische Reynoldssche Zahl für 30  
den Übergang aus der laminaren in die turbulente Strö-  
mungsart innerhalb der aus den möglichen Kolbenge-  
schwindigkeiten vorherbestimmbaren Druckdifferenz  
über die Überströmdrossel (15) liegt.

2. Gasfeder-Dämpfer-Einheit nach Anspruch 1, da- 35  
durch gekennzeichnet, dass sich der funktionelle Wir-  
kungsschwerpunkt aller Strömungswiderstände der  
Durchströmdrossel (15) punktuell außerhalb der radia-  
len Mittelachse des Zylinderkolbens (4) und auf der  
gleichen Seite des Zylinderkolbens (4) befindet. 40

3. Gasfeder-Dämpfer-Einheit nach Anspruch 2, da-  
durch gekennzeichnet, dass der funktionelle Wirkungs-  
schwerpunkt aller Strömungswiderstände der Über-  
strömdrosseln (15) auf der Seite des sich verkleinern- 45  
den Federdämpferraum (13) angeordnet ist.

4. Gasfeder-Dämpfer-Einheit nach Anspruch 3, da-  
durch gekennzeichnet, dass der Strömungswiderstand  
jeder Überströmdrossel (15) durch die Drossellänge,  
dem Drosselquerschnitt, der Drosselform und/oder der  
Wandungsbeschaffenheit bestimmt wird. 50

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

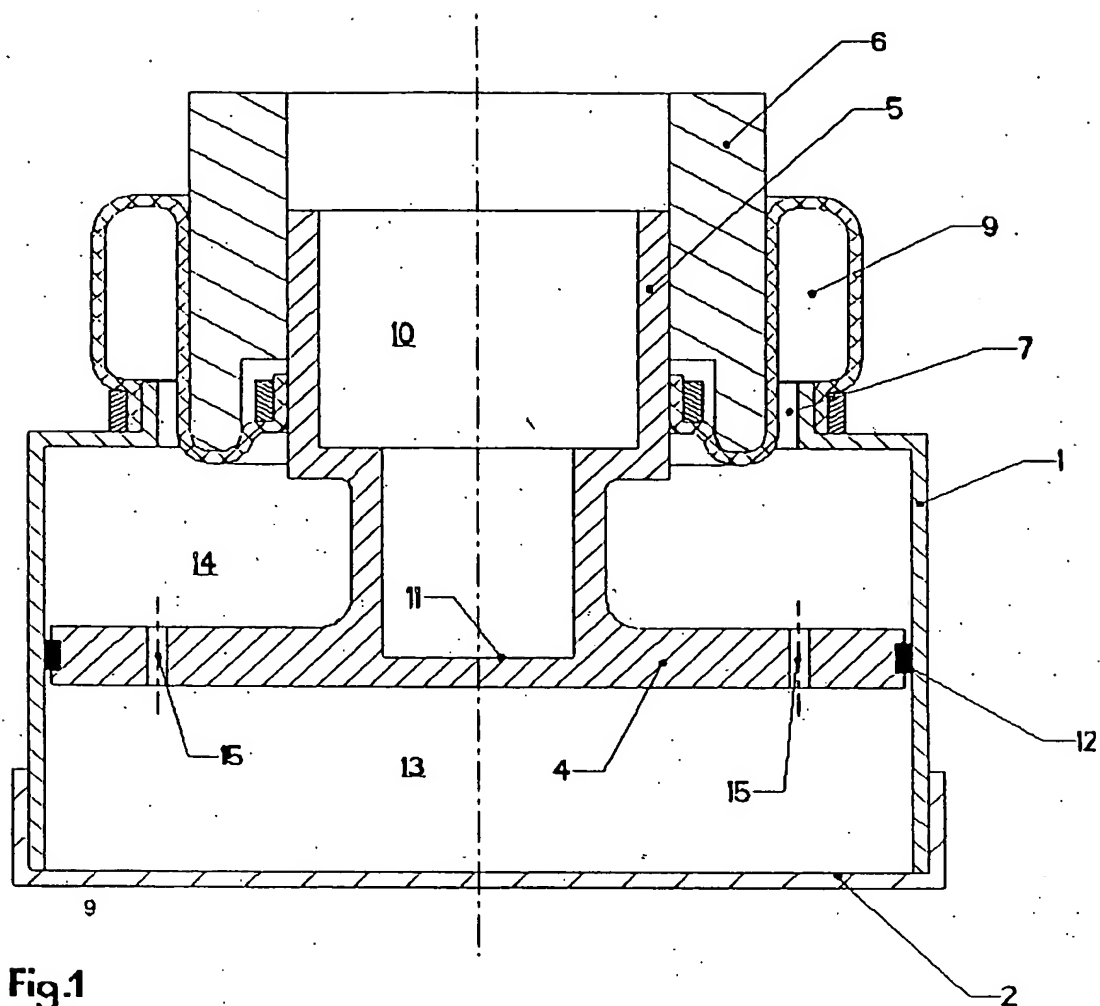


Fig.1

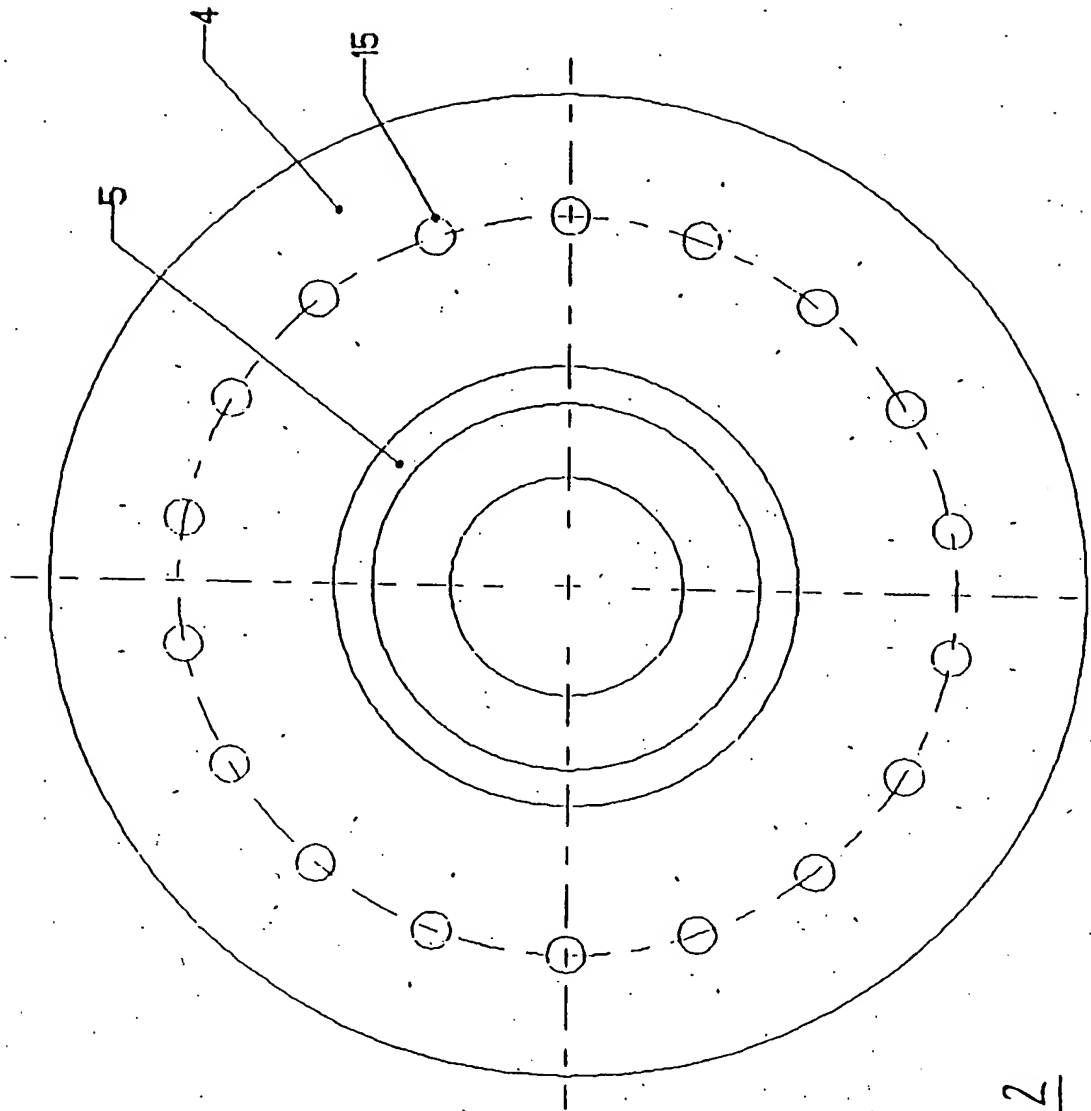


Fig. 2

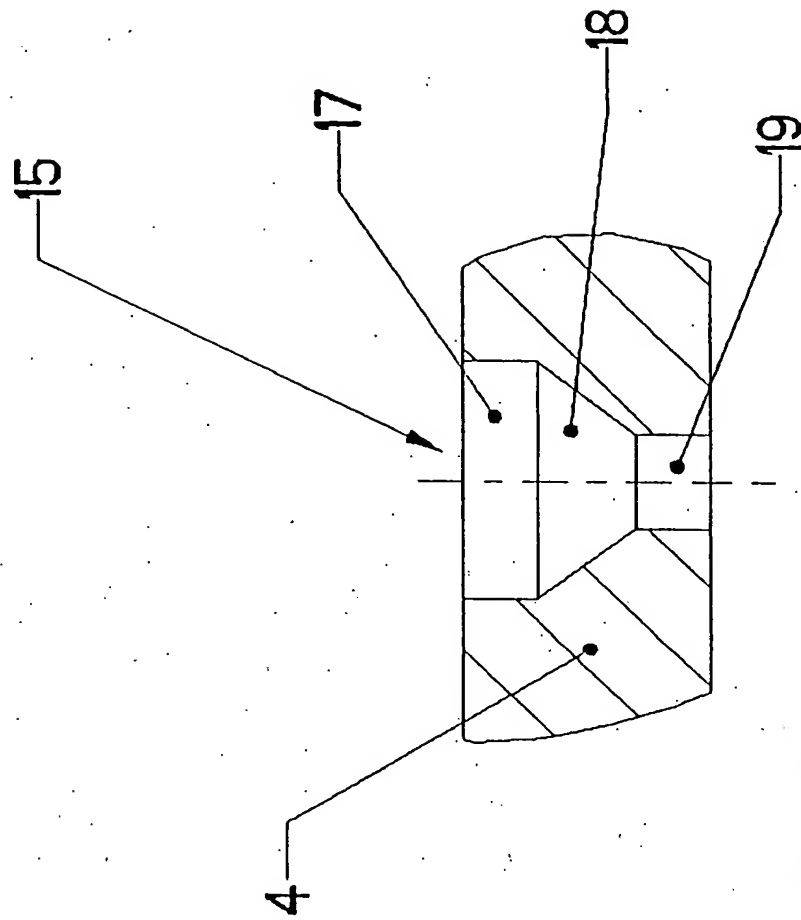


Fig. 3



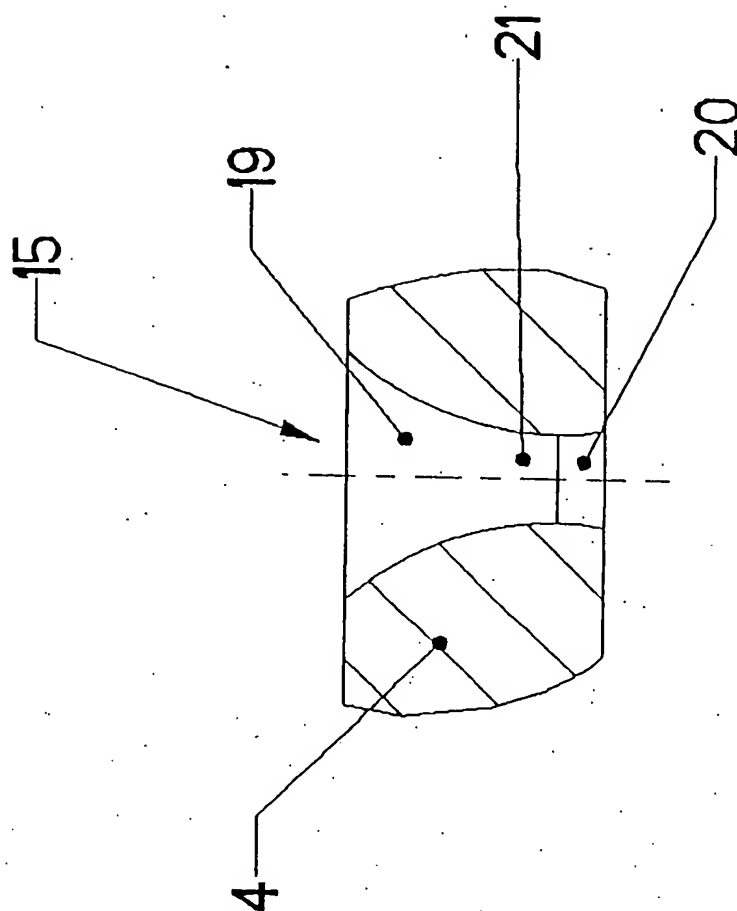


Fig. 4

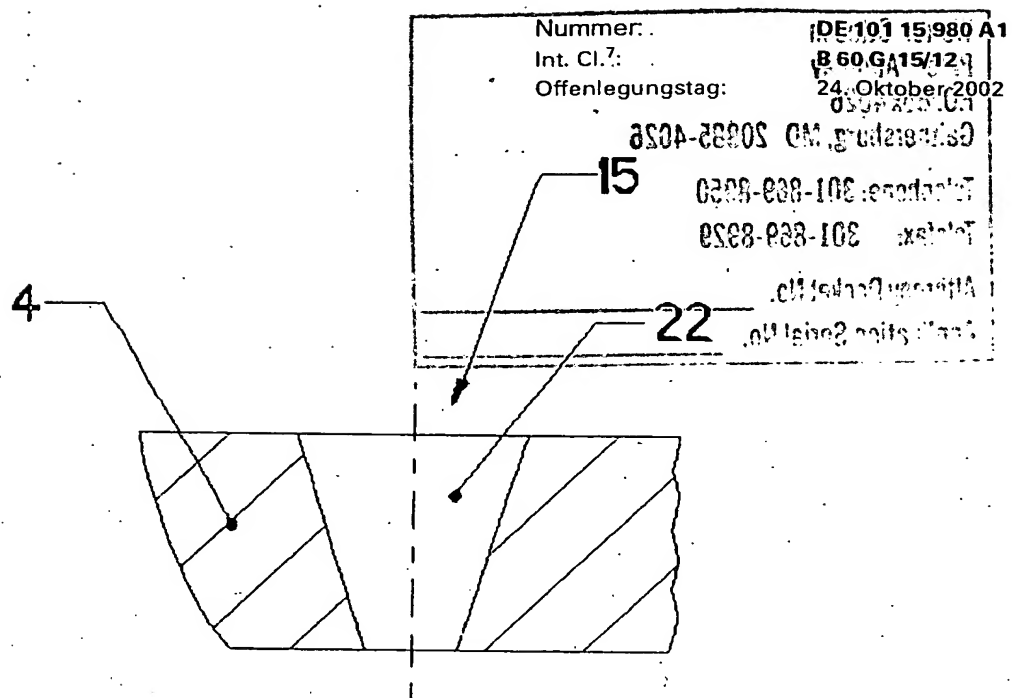


Fig. 5